

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 4 日
Date of Application:

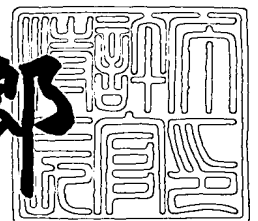
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 2 6 8 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 9 2 6 8 3]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 6 0 2 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 1021434

【提出日】 平成14年10月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/04
H01L 31/05
B23K 1/00
B23K 1/20

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 田中 聡

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 日置 正臣

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 太陽電池およびその製造方法、太陽電池用インターコネクター、ストリングならびにモジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、該銀ペーストに含まれるガラス粉末の平均粒径が $1.1\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする太陽電池。

【請求項 2】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、該銀ペーストに含まれるガラス粉末の含有量が $2.8 \sim 10.0$ 質量%であることを特徴とする太陽電池。

【請求項 3】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、焼成後の銀ペースト電極の平均厚みが $1.5\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする太陽電池。

【請求項 4】 銀ペーストに含まれるガラス粉末として、開口径が $7.3\ \mu\text{m}$ 以下のふるいを通したものをを用いることを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 5】 銀ペーストの印刷の際に、銀ペーストを 2 回以上印刷することを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 6】 銀ペーストの印刷の際に、3 倍線材径マスクを用いることを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項 7】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされたインターコネクターであって、前記太陽電池の銀ペースト電極に、鉛を含まない鉛フリーはんだによって接続されていることを特徴とする太陽電池用インターコネクター。

【請求項 8】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた請求項 1～請求項 3 のいずれかに記載の銀ペースト電極を有する太陽電池を太陽電池用インターコネクターで配線していることを特徴とするストリング。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のストリングが組み込まれているモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、太陽電池、特に鉛フリーはんだでコーティングした銀ペースト電極を有する太陽電池およびその製造方法および太陽電池用インターコネクター、ストリングおよびモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

はんだコーティングを行う場合における従来の太陽電池の断面概略図を図4に示す。エッチングが行われたp型シリコン基板1の受光面となる片面側にn型拡散層2が形成されており、さらに、そのn型拡散層2の上の大部分に表面反射率を低減させるための反射防止膜3が形成されている。一方、p型シリコン基板1の裏面の大部分には、裏面アルミ電極4が形成されている。さらに、n型拡散層2の受光面の一部とp型シリコン基板1の裏面の一部には、銀ペースト電極5, 6が形成されている。そして、銀ペースト電極5, 6に対しては、はんだ層8によるコーティングが施されている。

【0003】

このような太陽電池は図3に示すような工程により製造されていた。すなわち、結晶系シリコンの場合は、まずp型シリコン基板1に対してエッチングを行う。これが基板エッチング工程である。そして、エッチングを行ったp型シリコン基板1に対して、受光面となる片面側にn型拡散層2を形成するn型拡散層形成工程を行い、その上に表面反射率を低減させるための反射防止膜3を形成する反射防止膜形成工程を行う。

【0004】

そして、p型シリコン基板1の裏面には、アルミニウムペーストをスクリーン印刷法により、ほぼ全面（後の工程で、裏面の銀ペースト電極を形成させる部分を除く）に印刷し、乾燥させた後、高温で酸化性雰囲気中で焼成して裏面アルミ電極4を形成する。これが裏面アルミペースト印刷・乾燥・焼成工程である。

【0005】

さらにスクリーン印刷法により、反射防止膜3の受光面の一部とp型シリコン

基板 1 の裏面の一部に銀ペーストをパターン状に印刷し、高温で酸化性雰囲気中で焼成して銀ペースト電極 5, 6 を形成する。すなわち、裏面銀ペースト印刷を行った後乾燥させる裏面銀ペースト印刷・乾燥工程を行い、焼成させて銀ペースト電極 6 を形成し、さらに、受光面銀ペースト印刷を行った後乾燥させる受光面側銀ペースト印刷・乾燥工程を行い、焼成させて銀ペースト電極 5 を形成する。このとき、受光面側の反射防止膜 3 上に印刷・乾燥された銀ペーストは、焼成によって銀ペースト成分が反射防止膜 3 を透過して n 型拡散層 2 まで到達するため、図 4 に示すように、銀ペースト電極 5 は n 型拡散層 2 上に形成されることになる。なお、銀ペースト電極 5 と銀ペースト電極 6 とを焼成させる場合は同時に焼成させる同時焼成工程を行うことが可能である。

【0006】

その後、上述のようにして形成される太陽電池素子を、活性剤を含むフラックスへ常温で数 10 秒間浸漬させる。これがフラックス浸漬工程である。太陽電池素子をフラックスへ浸漬させた後、温風乾燥させ、約 195℃ の 2 質量% 銀入りの 6 : 4 共晶はんだ浴に約 1 分間浸漬して、銀ペースト電極 5, 6 に対して、はんだ層 8 によるコーティングを行う。これがはんだコーティング工程である。

【0007】

はんだ層 8 によるコーティングが完了した後は、常温水中もしくは温水中での超音波洗浄を数回繰り返した後、最後に純水リンスを行い、温風乾燥を行う。これが洗浄・乾燥工程である。上述した工程により、太陽電池を製造が製造されるのである。

【0008】

一方、太陽電池をインターコネクターで接続させたストリングは図 5 に示される。すなわち、図 5 は、従来のストリングを示す図で、太陽電池 10 の表面主電極 21 は 6 : 4 共晶はんだでコーティングされており、複数の太陽電池 10 が、6 : 4 共晶はんだでコーティングされたインターコネクター 22 で接続されている。このようなストリングは下記に示すような方法にて製造されていた。すなわち、銅リード線に 6 : 4 共晶はんだをコーティングしたインターコネクター 22 を太陽電池 10 の 6 : 4 共晶はんだをコーティングした主電極 21 に重ねて 40

0℃程度の熱風吹付けにより熔融・冷却固化することにより接続する。これを表、裏と繰返してストリングを作製し、太陽電池モジュールの製造に供していた。

【0009】

近年、環境問題の観点から、鉛の人体への害が問題視され、種々のデバイスから鉛を使用しない方向に開発が進んでいる。そして、太陽電池の製造においても、鉛を含有しない鉛フリーの状態での製造を行うことが業界から強く要望されている。

【0010】

かかる要望に答えるべく、銀粉末、ガラス粉末、有機質ビヒクル、有機溶媒、酸化リンおよびハロゲン化物を含有する銀ペーストを用いて銀ペースト電極を形成し、Sn-Bi-Ag系またはSn-Ag系の鉛フリーはんだによって該銀ペースト電極をコーティングした太陽電池が提案されている（たとえば、特許文献1参照。）。

【0011】

しかしながら、上記の鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池においては、一定の温湿度の環境条件下では強い接着力を保持するが、温湿度変化が大きい環境条件下では銀ペースト電極とn型拡散層またはp型シリコン基板との接着力が低下し、太陽電池に接続したインターコネクターが剥離するという問題があった。

【0012】

【特許文献1】

特開 2002-217434号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上述の問題を解決するためのものであり、銀ペースト電極とn型拡散層またはp型シリコン基板との接着力を維持し、インターコネクターの剥離を防止して信頼性がさらに向上した太陽電池を提供することを目的とする。また、本発明は、鉛フリーはんだでコーティングしたリード線を有し、上記太陽電池の銀ペースト電極に鉛フリーはんだで接続されているインターコネクターを提供する

とともに、そのようなインターコネクターで該太陽電池を接続した信頼性の高いストリングおよびモジュールを提供することをも目的とする。

【0 0 1 4】

【課題を解決するための手段】

本発明にかかる太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、該銀ペーストに含まれるガラス粉末の平均粒径が $11\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0 0 1 5】

また、本発明にかかる太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、該銀ペーストに含まれるガラス粉末の含有量が $2.8 \sim 10.0$ 質量%であることを特徴とする。

【0 0 1 6】

また、本発明にかかる太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、焼成後の銀ペースト電極の平均厚みが $15\ \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする。

【0 0 1 7】

本発明にかかる太陽電池の製造方法は、銀ペーストに含まれるガラス粉末として開口径が $73\ \mu\text{m}$ 以下（ 250 メッシュ以上）のふるいを通過したものをを用いることを特徴とする。

【0 0 1 8】

また、本発明にかかる太陽電池の製造方法は、銀ペーストの印刷の際に、銀ペーストを 2 回以上印刷することを特徴とする。

【0 0 1 9】

また、本発明にかかる太陽電池の製造方法は、銀ペーストの印刷の際に、3 倍線材径マスクを用いることを特徴とする。

【0 0 2 0】

また、本発明にかかる太陽電池用インターコネクターは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされたインターコネクターであって、上記太陽電池の銀ペースト電極に、鉛を含まない鉛フリーはんだによって接続されていることを特

徴とする。

【0021】

また、本発明にかかるストリングは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた上記銀ペースト電極を有する太陽電池を太陽電池用インターコネクターで配線していることを特徴とする。

【0022】

さらに、本発明にかかるモジュールは、上記ストリングが組み込まれているものである。

【0023】

【発明の実施の形態】

本発明にかかる一の形態の太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、該銀ペーストに含まれるガラス粉末の平均粒径が $1.1\ \mu\text{m}$ 以下である。ここで、平均粒径とは、光散乱回折法によって得られる平均粒径をいう。ガラス粉末の平均粒径が $1.1\ \mu\text{m}$ を超えると、温湿度変化の大きい環境条件下においてはインターコネクター剥離率が大きくなるからである。ガラス粉末の平均粒径を小さくするほどガラス粉末の比表面積が大きくなり、銀ペースト内部および太陽電池界面における接着力を維持することができる。かかる観点から、ガラス粉末の平均粒径は、好ましくは $8\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $5\ \mu\text{m}$ 以下である。

【0024】

ここで、銀ペースト電極とは、銀ペーストをスクリーン印刷法により太陽電池の両表面に印刷、乾燥した後、焼成することによって形成された電極をいう。かかる銀ペースト電極を作製する際に使用する銀ペーストとしては、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒とを主成分とし、塩化イリジウムと酸化リンを含む材料を使用することができる。

【0025】

また、本発明にかかる別の形態の太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、該銀ペーストに含まれるガラス粉末の含有量が $2.8 \sim 10.0$ 質量%である。ガラス粉末の含

有量が2.8質量%未満であると温湿度変化の大きい環境条件下においてはインターコネクター剥離率が大きくなるからであり、ガラス粉末の含有量が10%を超えると、均一なペーストとはならず、太陽電池への印刷が困難となるからである。上記観点から、銀ペーストに含まれるガラス粉末の含有量は、好ましくは2.8~7.0質量%であり、さらに好ましくは3.0~7.0質量%であり、最も好ましくは3.0~4.0質量%である。

【0026】

また、本発明にかかるさらに別の形態の太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極を有する太陽電池であって、焼成後の銀ペースト電極の平均厚みが $15\mu\text{m}$ 以上である。銀ペーストの焼成後の膜厚が $15\mu\text{m}$ 未満であると、温湿度が大きく変化した場合に、太陽電池のn型拡散層またはp型基板と銀ペースト電極との接着界面にかかる、太陽電池のシリコン材料と銀ペースト電極材料の熱膨張率の差によって生じる歪み応力を吸収できなくなり、温湿度変化の大きい環境条件下においてインターコネクター剥離率が大きくなるからである。かかる観点から、銀ペーストの焼成後の膜厚は、好ましくは $20\mu\text{m}$ 以上である。

【0027】

また、本発明にかかる太陽電池の製造方法の一つの形態として、銀ペーストに含まれるガラス粉末の平均粒系を小さくするため、あらかじめふるいにかけて該ふるいを通過したガラス粉末を用いる製造方法を採用することもできる。また、ふるいをかけることによってガラス粉末の平均粒径を小さくするのみならず、粒径の大きいガラス粉末を選択的に除くことによって、粒径の小さいガラス粉末を多く含有する粒度分布とすることができ、銀ペースト電極とn型拡散層2またはp型シリコン基板1との接着力の維持に寄与できる。かかる観点から、開口径 $73\mu\text{m}$ 以下(250メッシュ以上)のふるいであれば、大きい粒径のガラス粒子を十分に除去できる。また、上記観点から、開口径 $50\mu\text{m}$ 以下(325メッシュ以上)のふるいを用いることが好ましく、開口径 $37\mu\text{m}$ 以下(400メッシュ以上)のふるいを用いることがより好ましい。

【0028】

また、本発明にかかる太陽電池の製造方法の別の形態として、銀ペーストの焼成後の厚みを大きくするために、銀ペーストのスクリーン印刷を行なう際に、銀ペーストを2回以上印刷する製造方法を採用することもできる。

【0029】

また、本発明にかかる太陽電池の製造方法のさらに別の形態として、銀ペーストの焼成後の厚みを大きくするために、銀ペーストのスクリーン印刷を行なう際に、3倍線材径マスクを用いる製造方法を採用することもできる。ここで、3倍線材径マスクとは、縦線材と横線材とによって構成されるメッシュ織物状のマスクであって、一方の線材の張力を高めることによって、紗厚が基本的に線材径の3倍になるような構造を有するマスクをいい、ペーストなどを厚く印刷するために用いられる。たとえば、ステンレス線材のメッシュ織物状マスク（中沼アートスクリーン社製）が挙げられる。

【0030】

また、本発明にかかる太陽電池用インターコネクターは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされたインターコネクターであって、上記太陽電池の銀ペースト電極に、鉛を含まない鉛フリーはんだによって接続されているものである。上記の銀ペースト電極に鉛フリーはんだによって接続されていることにより、太陽電池との剥離を抑制できるからである。なお、太陽電池に接続されるインターコネクターは、所望の組成のはんだ浴に、幅が2 mmで厚さが0.2 mmの銅線を浸漬し、一定速度で巻取り引出すという方法で製造することができる。

【0031】

また、本発明にかかるストリングは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた上記銀ペースト電極を有する太陽電池を太陽電池用インターコネクターで配線したものである。太陽電池を、上記の特徴を有する銀ペースト電極を太陽電池用インターコネクターで配線することにより、温湿度の変化が大きい環境条件下においても、インターコネクターと太陽電池との接着力が高く信頼性の高いストリングを形成することができる。

【0032】

なお、本発明にかかるストリングは、たとえば、下記のように製造することが

できる。すなわち、図2に示すように、所望の長さにカットした鉛フリーはんだでコーティングされたインターコネクター12を太陽電池の受光面側の鉛フリーはんだでコーティングされた主電極11に接するようにセットし、インターコネクターごと400℃程度の熱風を吹付け、そのはんだ同士をいったん融解させた後、冷却・固化することでインターコネクターと太陽電池とを一体化させる。その後、太陽電池の裏面側電極に対しても、太陽電池を反転するなどし、同様の工程を行うことで、本発明に係るストリングを製造することができる。

【0033】

また、本発明にかかるモジュールは、上記ストリングを組み込んでいるものである。該ストリングを組み込むことにより、温湿度の変化が大きい環境条件下においても、インターコネクターと太陽電池との接着力が高く信頼性の高いモジュールを形成することができる。本発明にかかるモジュールの形態は、上記ストリングを組み込んでいるものであれば特に制限はないが、たとえば、太陽電池の受光面側にガラス板等の透明基板をおいて透明な充填材料と裏面コートで該ストリングを封入するスーパーストレート方式が好ましく採用される。ここで、透明な充填剤としては、光透過率の低下の少ないPVB（ポリビニルブチロール）や耐湿性に優れたEVA（エチレンビニルアセテート）等がよく用いられる。

【0034】

銀ペースト電極に対してはんだコーティングを行なう際に使用するフラックスとしては、ポリアルキルグリコール系樹脂と溶剤のみからなり、活性剤を含まないことを特徴とするフラックス材料を使用することができる。すなわち、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスを使用することができ、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスで洗浄された後、鉛フリーはんだで銀ペースト電極をコーティングすることができる。

【0035】

上記鉛フリーはんだとしては、Sn-Bi-Ag系はんだまたはSn-Ag系はんだを使用することが可能である。Sn-Bi-Ag系はんだまたはSn-Ag系はんだは、Snはんだよりも融点の低いはんだである。ここで、Sn-Bi-Ag系はんだは、0.1%以上のAgを含むSn-Bi-Ag系はんだである。

。また、Sn-Ag系はんだは、0.1%以上のAgを含むSn-Ag系はんだである。

【0036】

Sn-Bi-Ag系はんだにおいて、Biの含有量が3～89質量%であれば好適である。また、Biの含有量が35～60質量%であればさらに好適である。このようにBiの含有量を設定するのは以下の理由によるものである。すなわち、はんだディップ工程を問題なく行うためには、現行のディップ温度である195℃程度で行うことが望ましく、少なくとも特性や信頼性などの点で実用上の限界である225℃以下で行う必要がある。225℃以下の融点となる組成は、0.1%Ag含有の場合においてBiが5～88質量%で、1.3%Ag含有の場合においてはBiが3～89質量%である。一方、195℃以下の融点となる組成は、0.1%Ag含有の場合においてBiが27～79質量%で、1.8%Ag含有の場合においてはBiが35～60質量%である。以上より、Sn-Bi-Ag系はんだにおいて、Biの含有量が3～89質量%であれば好適である。よって、Biの含有量が3～89質量%であれば好適であり、35～60質量%であればさらに好適である。

【0037】

同様にSn-Ag系はんだにおいても、225℃以下の融点となる組成は、Agが3.5～4.5質量%である。一方、195℃以下の融点となる組成は、この系では存在しない。以上よりSn-Ag系はんだにおいて、Agの含有量は3.5～4.5質量%が好適である。

【0038】

【実施例】

以下、本発明の実施例について、本発明にかかる太陽電池の断面概略図である図1を用いて説明する。図1に示すように、テクスチャエッチングされた厚さ330μmで125mm角型のp型シリコン基板1の片側表面に、900℃におけるリン(P)の熱拡散により50Ω/□の面抵抗をもつn型拡散層2を形成し、その上に反射防止膜3としてプラズマCVD法により60nmのシリコン窒化膜を形成した。裏面の大部分(裏面の銀ペースト電極形成部分を除く)に市販のア

ルミペーストをスクリーン印刷法にて印刷し 150℃程度で乾燥の後、空气中 700℃で焼成し裏面アルミ電極 4 を形成した。

【0039】

片側表面（受光面側）に n 型拡散層 2 および反射防止膜 3 を設け、さらに、片側裏面の大部分に裏面アルミ電極 4 を設けた p 型シリコン基板 1 に対して、銀ペースト焼成によって電極形成を行なった。

【0040】

銀ペースト焼成により電極形成を行う場合は下記に示す手順にて行なった。すなわち、表 1 の組成を基本組成とする銀ペーストをスクリーン印刷法にて、p 型シリコン基板 1 の裏面の所定部分（裏面アルミ電極 4 が形成されていない部分）に所定厚みに印刷し、150℃で約 4 分乾燥した。次いで受光面側へ銀ペーストをパターン状に印刷して乾燥後、600℃の温度条件下、酸化性雰囲気中で 2 分間焼成することにより表裏面の銀ペースト電極 5, 6 を形成した。

【0041】

【表 1】

成 分	比率（質量％）
銀粉末	79.41
ガラス粉末	2.00
有機ビヒクル	7.54
五酸化リン	0.10
有機溶剤	10.945
塩化イリジウム	0.005

【0042】

銀ペースト電極を形成させた太陽電池セルを、表 2 の組成のフラックス中へ浸漬し、熱風乾燥後、表 3 に示す組成のうち $\text{Sn}-40\text{Bi}-1.25\text{Ag}$ の組成からなるはんだ浴に浸漬し、鉛フリーはんだ層 7 を形成した。はんだには濡れ性向上のため微量のリンやアンチモン、ガリウムを含有させることが可能である。その後、純水、温純水で計 5 分間リンスを行った後、乾燥させ太陽電池を完成させた。なお、表 3 には鉛フリーはんだとして、 $\text{Sn}-\text{Bi}-\text{Ag}$ 系はんだと、S

n-Ag系はんだが記載してあるが、いずれのものであっても電極を被覆することができる。

【0043】

【表2】

成 分	比率 (質量%)
ポリアルキルグリコール系樹脂	49.9
アルコール	49.9
アミン系安定剤	0.2

【0044】

【表3】

鉛フリーはんだ	ディップ温度 (°C)
Sn-Bi-Ag系	193
Sn-Ag系	222

【0045】

この太陽電池と上記と同じ組成を有する鉛フリーはんだでコーティングされたインターコネクターとを以下の様にして接続した。すなわち、所望の長さにカットした上記インターコネクターを太陽電池の鉛フリーはんだでコーティングされた銀ペースト電極に接するようにセットし、インターコネクターごと400℃程度の熱風を吹き付け、そのはんだ同士をいったん融解させた後、冷却・固化することによりインターコネクターを太陽電池と一体化させることにより行なった。

【0046】

かかる太陽電池とインターコネクターとの接着性の信頼性を評価するため、かかる太陽電池の銀ペースト電極にインターコネクターを接続させた試験片を用いて、温湿度変化の大きい環境条件としてJIS C 8917に示す温湿度サイクル試験A-2を25サイクル行なった後のインターコネクター剥離率を測定した。JIS C 8917は、太陽電池モジュールについての環境試験方法および耐久性試験方法であるが、本実施の形態においては、太陽電池の銀ペースト電極にインターコネクターを接続させた試験片に対して適用した。

【0047】

ここで、インターコネクター剥離率(%)とは、前記温湿度サイクル試験を行なった試験ポイントのうち太陽電池からインターコネクターが剥離した試験ポイントの割合を百分率で示したものをいう。なお、1回の試験毎に、1個の試験片について10ポイント、10個の試験片(合計100ポイント)について測定を行なった。

【0048】

＜ガラス粉末の平均粒径の影響＞

銀ペーストに含まれるガラス粉末の平均粒径と温湿度サイクル試験後のインターコネクター剥離率との関係を表4の実施例1、2および比較例1に示す。ここで、表4においては、銀ペーストの組成はいずれも表1に示すとおりガラス粉末の含有率は2.0質量%であり、焼成後の銀ペースト電極の平均厚みは10 μ mである。

【0049】

【表4】

	ガラス粉末平均粒径 (μ m)	温湿度サイクル試験後の インターコネクター剥離率 (%)
比較例1	20	100
実施例1	11	50
実施例2	5	0

【0050】

表4に示すように、ガラス粉末の平均粒径を20 μ mから11 μ mとすることによりインターコネクター剥離率が半減し、ガラス粉末の平均粒径を5 μ mとするとインターコネクターの剥離が認められなかった。このことから、ガラス粉末の平均粒径を小さくすることにより、インターコネクター剥離率を低減することができ、太陽電池の信頼性を向上できることがわかる。

【0051】

＜ガラス粉末の含有量の影響＞

銀ペーストに含まれるガラス粉末の含有量（質量％）と温湿度サイクル試験後のインターコネクター剥離率との関係を表5の実施例1、3～5に示す。ここで、表5においては、銀ペーストの組成は、表1においてガラス粉末以外の成分の質量比は同様としガラス粉末のみの含有量を変化させることによりガラス粉末の含有量を2.0質量％、2.8質量％、3.0質量％または4.0質量％に調製した。また、表5のいずれの場合も、ガラス粉末の平均粒径は $11\mu\text{m}$ であり、焼成後の銀ペースト電極の平均厚みは $10\mu\text{m}$ である。

【0052】

【表5】

	ガラス粉末含有率 (質量％)	温湿度サイクル試験後の インターコネクター剥離率 (％)
実施例1	2	50
実施例3	2.8	3
実施例4	3	0
実施例5	4	0

【0053】

表5に示すように、ガラス粉末の含有量を2.8質量％以上とすることにより、インターコネクター剥離率を著しく低減することができ、太陽電池の信頼性を著しく向上させることがわかる。

【0054】

＜焼成後の銀ペースト電極の平均厚みの影響＞

焼成後の銀ペースト電極の平均厚みと温湿度サイクル試験後のインターコネクター剥離率との関係を表6の実施例1、6、7に示す。ここで、表6のいずれの場合も、ガラス粉末の平均粒径は $11\mu\text{m}$ であり、銀ペーストの組成はいずれも表1に示すとおりガラス粉末の含有率は2.0質量％である。

【0055】

【表 6】

	焼成後の 銀ペースト電極の平均厚み (μm)	温湿度サイクル試験後の インターコネクター剥離率 (%)
実施例 1	10	50
実施例 6	15	20
実施例 7	20	0

【0056】

表 6 に示すように、焼成後の銀ペースト電極の平均厚みを、 $10\mu\text{m}$ から $15\mu\text{m}$ とすることによりインターコネクター剥離率は半減し、さらに $20\mu\text{m}$ とすることによりインターコネクターの剥離が認められなくなった。このことから、焼成後の銀ペースト電極の平均厚みを大きくすることにより、インターコネクター剥離率を低減することができ、太陽電池の信頼性を向上できることがわかる。

【0057】

なお、今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0058】

【発明の効果】

上記のように、本発明にかかる太陽電池においては、温湿度が大きく変動する環境条件下においても、インターコネクターの剥離が抑制され、太陽電池の信頼性が向上する。このことにより、本発明にかかる太陽電池に接続された太陽電池用インターコネクター、かかる太陽電池に上記インターコネクターが鉛フリーはんだで接続されたストリングおよびかかるストリングを組み込んでいるモジュールの信頼性も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明にかかる太陽電池の断面概略図である。

【図 2】 本発明にかかるストリングを説明する図である。

【図3】 太陽電池の製造工程を説明する図である。

【図4】 従来の太陽電池の断面概略図である。

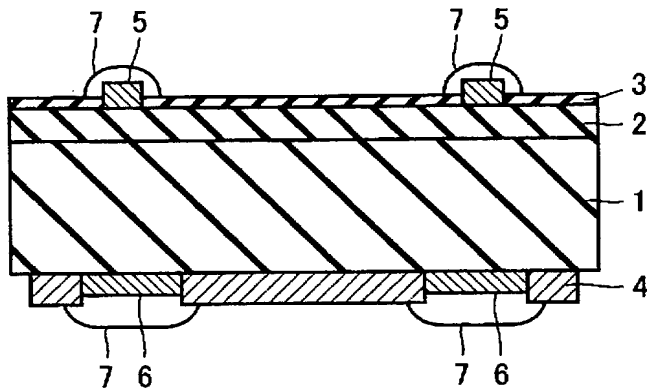
【図5】 従来のストリングを説明する図である。

【符号の説明】

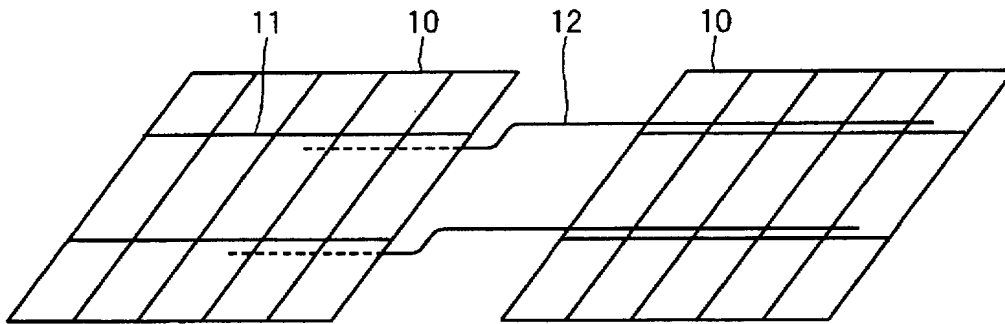
1 p型シリコン基板、2 n型拡散層、3 反射防止膜、4 裏面アルミ電極、5, 6 銀ペースト電極、7 鉛フリーはんだ層、8 はんだ層、10 太陽電池、11 鉛フリーはんだでコーティングされた主電極、12 鉛フリーはんだでコーティングされたインターコネクター、21 6：4共晶はんだでコーティングされた主電極、22 6：4共晶はんだでコーティングされたインターコネクター。

【書類名】 図面

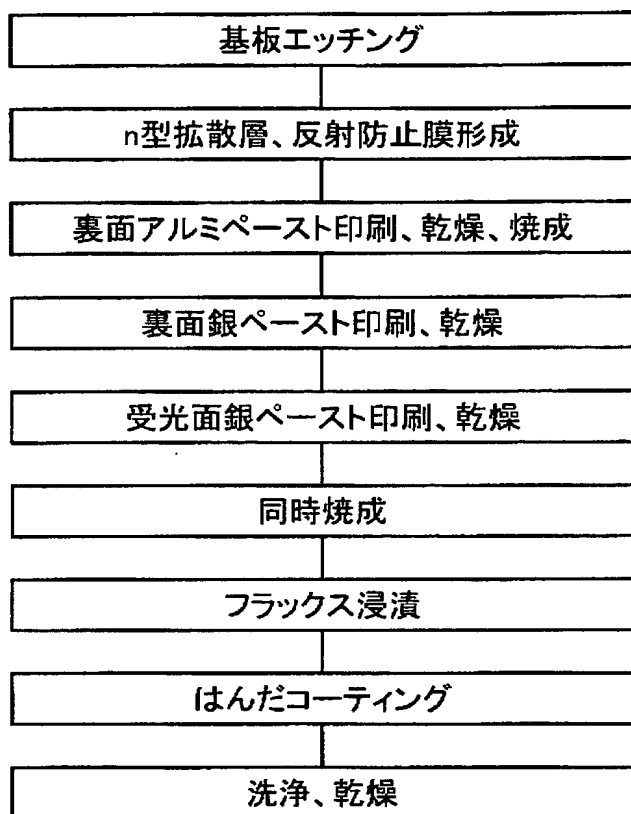
【図 1】



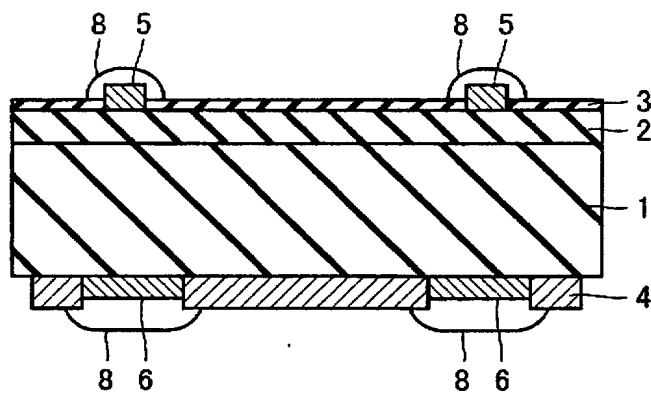
【図 2】



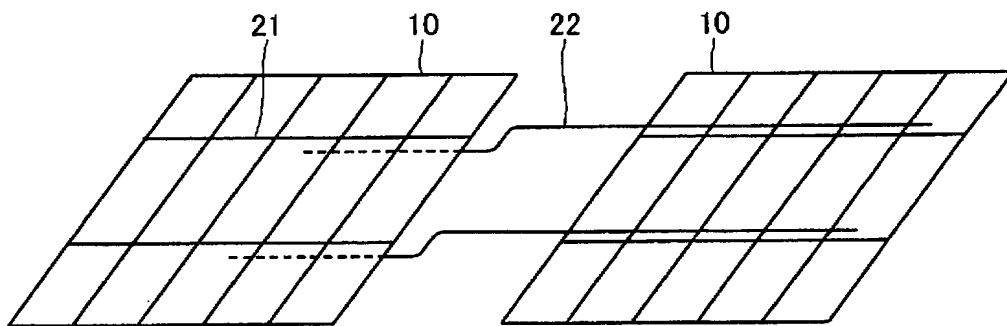
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 銀ペースト電極と n 型拡散層または p 型シリコン基板との接着力を維持し、インターコネクタの剥離を防止して信頼性がさらに向上した太陽電池、ストリングまたはモジュール等を提供する。

【解決手段】 太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだ層 7 でコーティングされた銀ペースト電極 5, 6 を有する太陽電池であって、該銀ペーストに含まれるガラス粉末の平均粒径が $1.1 \mu\text{m}$ 以下であることまたは該銀ペーストに含まれるガラス粉末の含有量が $2.8 \sim 10.0$ 質量%であることまたは焼成後の銀ペースト電極の平均厚みが $1.5 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする。また、ストリングはかかる太陽電池を鉛フリーはんだでコーティングされたインターコネクタで配線してあり、モジュールはかかるストリングが組み込まれている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 2 6 8 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社